



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 38 31 449 C 2

⑤① Int. Cl. 5:
B 60 K 41/28

⑳ Aktenzeichen: P 38 31 449.5-21
㉔ Anmeldetag: 16. 9. 88
㉕ Offenlegungstag: 22. 3. 90
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 7. 93

DE 38 31 449 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:

MAN Nutzfahrzeuge AG, 8000 München, DE; MAN
Technologie AG, 8000 München, DE

㉘ Erfinder:

Görres, Harald, Dipl.-Ing., 8047 Karlsfeld, DE; Lexen,
Gerald, Dipl.-Ing., 8000 München, DE; Drimml, Peter,
Dipl.-Ing., 8000 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	28 52 195 C2
DE	38 27 091 A1
DE	37 26 190 A1
DE	36 21 674 A1
DE	35 34 971 A1
DE	35 26 671 A1
DE	35 04 459 A1
DE	33 34 726 A1
DE	33 11 295 A1
DE	31 44 845 A1
DE	31 39 838 A1
US	46 58 676

⑤④ Elektronisches Betriebssteuersystem für einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang

DE 38 31 449 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Betriebssteuersystem für einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang mit Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung geht aus von einem aus der DE 33 34 726 A1 bekannten elektronischen Betriebssteuersystem für einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang. Dieser umfaßt einen Antriebsmotor, eine automatisiert schaltbare lastunterbrechende Kupplung und ein automatisiert schaltbares Getriebe mit ausgangsseitig geschlossenem Achsantriebsstrang. Das elektronische Betriebssteuersystem umfaßt eine Elektronik, die einen Mikroprozessor, Ein- und Ausgabeperipherie sowie Programm- und Datenspeicher aufweist. Außerdem sind verschiedene Sensoren vorgesehen, die Betriebszustandswerte erfassen und an das Betriebssteuersystem melden. Ein solcher Sensor dient auch zur Erfassung der Stellung des Fahrpedals. Die Betriebssteuereinrichtung ermittelt auf der Basis dieser ihr signalisierten Meß- und Betriebswerte per Programm folgende Betriebszustandsgrößen:

- die Beschleunigung des Fahrzeugs,
- die Masse des Fahrzeugs,
- das vom Antriebsmotor im Zugbetrieb abgegebene oder im Schubbetrieb aufgenommene Drehmoment,
- die Größe der befahrenen Steigung oder des befahrenen Gefälles, und
- die auf das Fahrzeug von außen entgegen und in Fahrtrichtung einwirkenden Kräfte.

Die diesbezüglichen Ergebnisse geben einen Rückschluß auf den aktuellen Fahrbetriebszustand sowie auf die Topographie und den Zustand des aktuell befahrenen Geländes. Die ermittelten Betriebszustandsgrößen werden von der Betriebssteuereinrichtung mit in ihr vorgegebenen Daten und/oder Kennfeldern verglichen. Diese Vergleiche führen dazu, daß unter Berücksichtigung einer etwaigen Betätigung des Bremspedals und Motorbremsorganes einem bestimmten Betriebsmanagement entsprechende Befehle an das Fördermengenstellorgan der Einspritzpumpe, das Betätigungsorgan der Kupplung und die Schalteinrichtung des Getriebes ausgegeben werden.

Maßgebend für die vom Fahrer gewünschte Fahrbetriebsweise ist dabei die Stellung des Fahrpedals, also der bei Betätigung zurückgelegte Pedalweg. Dies läßt jedoch nur eine begrenzte Einflußnahme des Fahrers auf die Fahrbetriebsgestaltung zu.

Außerdem ist aus der DE 36 21 674 A1 eine elektronische Einrichtung zur selbsttätigen Schaltung eines mehrgängigen Geschwindigkeitswechselgetriebes bekannt. Dabei wird die Betätigung des Fahrpedals nicht nur hinsichtlich des Pedalweges, sondern auch hinsichtlich der Geschwindigkeit ausgewertet, mit dem Ziel, daraus den Wunsch des Fahrers nach sportlicher Fahrweise oder ökonomischer, verbrauchsgünstigerer Fahrweise zu interpretieren. Falls das Fahrpedal mit relativ großer Geschwindigkeit betätigt wird, führt dies dazu, daß von der Steuereinrichtung ein Hochschalten in den nächsthöheren Gang erst bei höheren Drehzahlen als in ökonomischer Fahrbetriebsweise veranlaßt wird. Ein Fahrbetriebsmanagement, das eine vorausschauende Fahrweise unter Berücksichtigung der aktuell befahrenen Fahrstrecke oder besondere Anfahrmethoden nach

einem vorhergegangenen Fahrzeughalt ermöglicht, ist mit dieser bekannten Einrichtung nicht erzielbar.

Bei Lastschaltgetrieben für Personenkraftwagen, wie im vorerwähnten Fall, genügt wegen der relativ wenigen schaltbaren Gänge eine Schaltstrategie, die bei Überschreiten einer bestimmten Drehzahlgrenze einen Gang nach oben schaltet oder bei Unterschreiten einer bestimmten Drehzahlgrenze nach unten schaltet. Moderne Getriebe jedoch, insbesondere solche für Nutzfahrzeuge, haben bis zu 16 Gänge, die lastunterbrechend geschaltet werden, d. h., die Kupplung wird geöffnet, dann der Gang gewechselt und dann die Kupplung wieder geschlossen. Aus Sicht des praktischen Fahrbetriebes wird dabei deutlich, daß für eine optimale Schaltweise, insbesondere in topographisch schwierigem Gelände die vorstehend erwähnte, sich nur an Drehzahlgrenzen orientierende Schaltstrategie nicht genügend sein kann.

Solche modernen Getriebe waren bereits Grundlage des aus der DE 35 26 671 A1 bekannten Antriebsstrang-Management-Systems. Dieses System basiert auf dem Prinzip, daß in der Regel die Antriebsstrangkomponenten — Antriebsmotor, Kupplung, Getriebe — vom jeweiligen Hersteller zusammen mit einer jeweils eigenen Steuerelektronik geliefert werden, die die herstellerspezifischen Verhältnisse berücksichtigt und funktionsmäßig an die Eigenheiten der jeweiligen Baugruppe entsprechend angepaßt ist. Bei dem bekannten System ist mithin dem Antriebsmotor eine eigene Motorelektronik, der Kupplung eine eigene Kupplungselektronik und dem Getriebe eine eigene Getriebeelektronik zugeordnet. Diesen aggregatspezifischen Steuerelektroniken ist ein Leitreechner funktionell übergeordnet, der in die Regelung und Steuerung der untergeordneten Elektroniken eingreifen und dabei, deren Wirkungsweise verändernd, auf die Steuerbefehlausgabe Einfluß nehmen kann. Im einzelnen haben die Elektroniken der bekannten Lösung folgende, nachstehend näher erläuterte Funktionen.

Die Motorelektronik besteht aus einem Mikroprozessor, Programmspeicher, Datenspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie. Sie regelt und steuert die Funktion des Antriebsmotors nach einem festgelegten Programm abhängig von Meß- bzw. Zustandsmeldesignalen, wie Fahrpedalstellung, Motortemperatur, Ladeluftdruck, Drehzahl, Kupplungsstellung und dergleichen.

Die Kupplungselektronik besteht ebenfalls aus einem Mikroprozessor, Programmspeicher, Datenspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie. Sie regelt und steuert die Funktion der Kupplung nach einem festgelegten Programm, abhängig von Meß- bzw. Zustandsmeldesignalen, wie Motordrehzahl, Getriebedrehzahl, Kupplungstemperatur und dergleichen.

Die Getriebeelektronik besteht ebenfalls aus einem Mikroprozessor, Programm- und Datenspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie. Sie regelt und steuert die Getriebe-Funktion nach einem festgelegten Programm, abhängig von Meß- bzw. Zustandsmeldesignalen, wie Motordrehzahl, Geschwindigkeit und dergleichen. Bis zu einem gewissen Grad war auch diese Getriebeelektronik schon in der Lage, eine automatisch wirkende Schaltstrategie zu realisieren.

Der diesen drei aggregatspezifischen Elektroniken funktionell übergeordnete Leitreechner besteht ebenfalls aus einem Mikroprozessor, Programmspeicher, Datenspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie und diente folgendem Zweck: Er berechnete nach einem festen Programm Sollwerte auf der Basis von Daten, die den drei

aggregatspezifischen Elektroniken in ihrer Verknüpfung nicht zur Verfügung standen. Mit diesen berechneten Sollwerten wurden etwaige anders lautende Steuerbefehle der aggregatspezifischen Elektroniken korrigiert.

Mit dem bekannten Antriebs-Management-System war daher ein teilautomatisierter Fahrbetrieb möglich.

Der Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Betriebssteuersystem der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß es in der Lage ist, sich ändernden Betriebszuständen und topographischen Verhältnissen besser im Sinne einer fahrsituationsspezifisch angepaßten vorausschauenden Fahrbetriebsweise Rechnung zu tragen.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch ein Betriebssteuersystem mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhaft ausgestaltungen und Details dieses Betriebssteuersystems sind in den Unteransprüchen angegeben.

Dadurch, daß die Elektronik aufgrund der ihr zugeführten Meß- und Betriebsdaten außer den eingangs im Zusammenhang mit der den Gattungsbegriff bildenden Schrift genannten Betriebszustandsgrößen auch die Bewegungsgeschwindigkeit der Betätigung des Fahrpedals berechnet, ist sie in der Lage, aus den insgesamt zur Verfügung stehenden Werten sowie dem erkannten Fahrbetriebszustand des Fahrzeugs in Verbindung mit der Größe und Dynamik der Fahrpedal-Betätigung den Willen des Fahrers nach einer ganz bestimmten fahrsituations-spezifisch angepaßten zukünftigen Fahrweise zu interpretieren und in ein entsprechendes Antriebsstrangmanagement umzusetzen. Unterschiedliche Betätigungsgeschwindigkeiten über unterschiedliche Pedalwege führen so zu unterschiedlichen Fahrbetriebsweisen, die der jeweils spezifischen Fahrsituation optimal angepaßt sind.

Weitere Details ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung dreier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Betriebssteuersystems. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 im Prinzip einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang in Verbindung mit einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebssteuersystems,

Fig. 1a im Prinzip den Aufbau der beim Betriebssteuersystem gemäß Fig. 1 verwendeten Motorelektronik,

Fig. 1b im Prinzip den Aufbau der beim Betriebssteuersystem gemäß Fig. 1 verwendeten Kupplungselektronik,

Fig. 1c im Prinzip den Aufbau der beim Betriebssteuersystem gemäß Fig. 1 verwendeten Getriebeelektronik,

Fig. 1d im Prinzip den Aufbau der beim Betriebssteuersystem gemäß Fig. 1 verwendeten Fahrbetriebs-Leitelektronik,

Fig. 2 im Prinzip einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang in Verbindung mit einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebssteuersystems,

Fig. 2a im Prinzip den Aufbau einer der drei beim Betriebssteuersystem gemäß Fig. 2 vorhandenen aggregatspezifischen Elektroniken, der sich von jenem der beiden anderen Elektroniken unterscheidet,

Fig. 3 im Prinzip einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang in Verbindung mit einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Betriebssteuersystems, und

Fig. 3a den prinzipiellen Aufbau des Betriebssteuersystems gemäß Fig. 3.

In den Figuren sind gleiche bzw. einander entsprechende Bauteile bzw. Teile davon der Übersichtlichkeit

wegen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Der Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges besteht aus einem als Antriebsmotor 1 dienenden Verbrennungsmotor mit zugehöriger Kraftstoff-Einspritzpumpe 2, einem Getriebe 3 und einer zwischen letzterem und Antriebsmotor 1 gegebenen Kupplung 4. Letztere ist vorzugsweise als Trockenkupplung ausgebildet. Das Fördermengenverstellorgan der Einspritzpumpe 2 ist mit 5 und das elektrisch ausgelöste Betätigungsorgan der Kupplung 4 ist mit 6 bezeichnet. Das Getriebe 3 hat eine vergleichsweise große Anzahl verschiedener Getriebestufen mit beispielsweise 16 schaltbaren Gängen. Jeder Gang wird durch lastunterbrechendes Öffnen und Schließen der Kupplung 4 geschaltet, und zwar über getriebeinterne pneumatisch, hydraulisch oder elektromechanisch bewegte Betätigungsorgane, deren Betätigung vom Schaltzustand zugeordneter, elektrisch gesteuerter Schaltorgane abhängt, die am Getriebe 3 in einer Schaltanlage 7 zusammengefaßt sind. Mit der Ausgangswelle 8 des Getriebes 3 ist ein Achsantriebsstrang 9 verbunden. Im Fall gemäß Fig. 1 und 2 ist jedem der Aggregate 1, 3, 4 des Antriebsstranges eine aggregatspezifische Elektronik zugeordnet. Dabei ist die Motorelektronik mit 10, die Kupplungselektronik mit 11 und die Getriebeelektronik mit 12 bezeichnet. Im Fall von Fig. 1 ist diesen drei Elektroniken 10, 11, 12 eine Fahrbetriebs-Leitelektronik 13 funktionell übergeordnet, während die Ausführungsform gemäß Fig. 2 ohne diese Leitelektronik 13 auskommt, deren Funktion aber einer der drei Elektroniken 10, 11 oder 12 aufgepfropft ist. Im dargestellten Fall, siehe Fig. 2a, ist dies die Motorelektronik, die wegen ihrer Zusatzfunktion dort nicht mit 10, sondern mit 101 bezeichnet ist. Die Elektroniken 10 bzw. 101, 11, 12 und — soweit vorhanden — auch 13 bilden im Fall der Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 1 und 2 jeweils Teilnehmer eines Datenkommunikationssystems im Fahrzeug. Gemeinsames Datenübertragungsorgan ist ein gegebenenfalls redundant ausgelegter serieller Datenbus 14, an den die Teilnehmer 10 bzw. 101, 11 und 12 und gegebenenfalls auch 13 angeschlossen sind und hierüber Daten bzw. Befehle senden und empfangen können. Im Fall gemäß Fig. 3 ist nur eine einzige Fahrbetriebssteuerelektronik 131 vorhanden, in der die Funktionen der Elektroniken 10, 11, 12 und 13 zusammengefaßt sind.

Jede der Elektroniken 10 bzw. 101, 11, 12, 13 bzw. 131 ist mit Meßwertgebern bzw. Zustandsmeldern verbunden, welche die für eine programmäßige Verarbeitung notwendigen Daten liefern. Außerdem stehen sowohl die Motorelektronik 10 als auch die Elektroniken 101 und 131 jeweils über eine Befehls- und Meldeleitung 15 mit dem Fördermengenverstellorgan 5 der Einspritzpumpe 2 in Verbindung. Die Kupplungselektronik 11 und die Elektronik 131 stehen über eine Befehls- und Meldeleitung 16 mit dem Betätigungsorgan 6 der Kupplung 4 in Verbindung. Die Getriebeelektronik 12 und die Elektronik 131 stehen über eine Befehls- und Meldeleitung 17 mit der Schaltanlage 7 des Getriebes 3 in Verbindung. An der Getriebeelektronik 12 und der Elektronik 131 ist außerdem jeweils eine Befehlsleitung 18 angeschlossen, über die ein Befehl als Stellsignal die Betätigungseinrichtung einer Motorbremse 19 (realisiert durch Drosselklappe im Abgasstrang des Antriebsmotors 1) und als Meldesignal zur Motorelektronik 10 bzw. einen Speicher der Elektronik 131 leitbar ist.

Mit 20 ist das Fahrpedal, mit 21 der zugehörige Stellungsgeber und mit 22 die davon abgehende Meldeleitung bezeichnet. Mit 23 ist das Bremspedal, mit 24 der

zugehörige Stellungsgeber und mit 25 die davon abgehende Meldeleitung bezeichnet.

Mit 26 ist der Betriebsartenwählschalter bezeichnet, an dem durch Betätigen eines mit je einem der Zeichen R, N, D, —, M, + gekennzeichneten Schalters die gewünschte Betriebsart vom Fahrer vorgewählt werden kann. Dabei bedeutet

R = Rückwärtsfahrt
N = Null-/Leerlauf-Stellung
D = Automatikbetrieb
— = manuelles Herunterschalten
M = manueller Betrieb
+ = manuelles Hochschalten

Die durch Betätigung der mit R oder D oder M gekennzeichneten Schalter gewählte Betriebsart wird der Getriebeelektronik 12 bzw. der Elektronik 131 über eine Meldeleitung 27 gemeldet.

Mit 28 ist das vom Fahrer zu betätigende Motorbremsorgan, mit 29 der zugehörige Melder und mit 30 die von letzterem abgehende und zur Getriebeelektronik 12 bzw. zur Elektronik 131 hinführende Meldeleitung bezeichnet.

Der Fahrer ist in der Zeichnung symbolisch durch einen Kasten 31 angedeutet. Die Einflüsse des Fahrers auf Fahrpedal 20, Bremspedal 23, Betriebsartenwählschalter 26 und Motorbremsorgan 28 sind durch Pfeile 32, 33, 34 und 35 symbolisch angedeutet.

Die vier Elektroniken 10, 11, 12, 13 gemäß Fig. 1 und zwei der drei Elektroniken 10, 11, 12 gemäß Fig. 2 sind jeweils prinzipiell gleich aufgebaut. Gleiche Teile dieser Elektroniken sind in der Zeichnung nach den Bezugszeichen der jeweiligen Elektronik mit jeweils dem gleichen, in seiner Bedeutung nachstehend erklärten Großbuchstaben angegeben.

A bezeichnet einen Mikroprozessor (CPU) als Zentralrechner.
B bezeichnet einen Datenspeicher.
C bezeichnet einen Programmspeicher.
D bezeichnet eine Eingabeperipherie, beinhaltend eine Eingabeeinheit, Analog-/Digital-Wandler und Eingangsschutzschaltung.
E bezeichnet eine Ausgabeperipherie, beinhaltend Ausgabeseinheit, Digital-/Analog-Wandler, Leistungsverstärker und Ausgangsschutzschaltung.
F bezeichnet einen gegebenenfalls redundant ausgelegten Koppler für seriell Senden und Empfangen von Daten.
G bezeichnet die Leitungsverbindung zwischen Koppler F und Datenbus 14.
H bezeichnet eine in der Fachsprache "watchdog" genannte elektronische Überwachungseinheit, die die Funktionen des Mikroprozessors A überwacht und bei etwaigen Fehlfunktionen auf redundante Systeme umschaltet sowie ein Alarmsignal auslöst.

Im Fall gemäß Fig. 2 wird durch den Verzicht auf die Fahrbetriebs-Leitelektronik 13 deren Funktion einer der Elektroniken 10 bzw. 11 bzw. 12 aufgefropft. Gewählt ist — wie weiter vorn bereits erwähnt — die wegen ihrer erweiterten Form mit 101 bezeichnete Motorelektronik. Diese hat, wie aus Fig. 2a ersichtlich, den gleichen Grundaufbau wie die Elektroniken 10, 11, 12 oder 13, ist jedoch durch zusätzliche Organe, nämlich einen Programmspeicher K und einen Datenspeicher L ergänzt bzw. erweitert.

Die Fahrbetriebssteuerelektronik 131 gemäß Fig. 3 basiert auf der Elektronik 101 gemäß Fig. 2, benötigt jedoch weder den Koppler F noch die Leitung G, sondern ist über die Leitungen 15, 16, 17 direkt mit den bereits genannten Bauteilen 5, 6 und 7 des Antriebsstranges verbunden. Außerdem ist die Elektronik 131 gegenüber jener von Fig. 2, wie aus Fig. 3a ersichtlich, um einige Datenspeicher 131M, 131N und Programmspeicher 131O, 131P ergänzt.

Nachstehend sind tabellarisch die wichtigsten Meßwerte bzw. Zustandsmeldesignale angeführt, die von Sensoren bzw. Meldern erfaßt und den Elektroniken 10 bzw. 101, 11, 12, 13 bzw. 131 zugeführt werden und in diesen bzw. dieser als Basis für eine programmäßige Verarbeitung herangezogen werden. Dabei bedeutet Signal

a = Drehzahl des Antriebsmotors 1
b = Eingangs-drehzahl des Getriebes 3
c = Ausgangs-drehzahl des Getriebes 3 (= Geschwindigkeit)
d = Stellung des Fahrpedals 20
e = Kick-Down-Betätigung des Fahrpedals 20
f = Betätigung des Bremspedals 23
g = Betätigung des Motorbremsorgans 28
h = Ist-Stellung der Kupplung 4 (auf, zu oder schleifend)
i = Betätigung der Kupplung 4
j = Schaltzustand von Schaltern, die intern des Getriebes 3 gegebene Zustände anzeigen bzw. signalisieren
k = Sollwertvorgabe Einspritzmenge an Einspritzpumpe 2
l = Istwert der Kraftstoffeinspritzmenge
m = Temperatur des Kraftstoffes
n = Ladeluftdruck
o = Lufttemperatur
p = Kühlwassertemperatur
q = Schaltzustand des Getriebes 3 (aktueller Gang)
r = Temperatur der Kupplung 4.

Welche Elektronik welche dieser Signale zugeführt bekommt, ist aus den Fig. 1a, 1b, 1c, 1d, 2a und 3a exakt ersichtlich, in den Fig. 1, 2 und 3 dagegen nur teilweise angedeutet. Die Signaleinleitung in die Eingabeperipherie der jeweiligen Elektronik ist durch mit entsprechenden Kleinbuchstaben gekennzeichneten Pfeilen angegeben.

Die Motorelektronik 10 bekommt als Arbeitsbasis die Signale a, c, d, e, f, g, i, l, m, n, o und p über die Eingabeperipherie 10 D und das Signal k über den Datenbus 14 zugeführt — siehe Fig. 1a. Die Kupplungselektronik 11 bekommt als Arbeitsbasis die Signale a, b, c, h, l und r über die Eingabeperipherie 11 D und die Signale 1 und 9 über den Datenbus 14 zugeführt — siehe Fig. 1b. Die Getriebeelektronik bekommt als Arbeitsbasis die Signale a, b, c, d, e, f, g und j über die Eingabeperipherie 12 D sowie das Signal h über den Datenbus 14 zugeführt — siehe Fig. 1c. Die Fahrbetriebs-Leitelektronik 13 bekommt die Signale a, c, d, e, f, g, l und q als Arbeitsbasis zugeführt — siehe Fig. 1d.

Diejenige Elektronik, welche im Fall gemäß Fig. 2 die Funktion der entfallenen Fahrbetriebs-Leitelektronik 13 aufgefropft bekommt, muß mit den gleichen Signalen a, c, d, e, f, g, l und q sowie den für einen aggregatspezifischen Betrieb notwendigen zusätzlichen Signalen versorgt werden. Im gewählten Beispiel gemäß Fig. 2a handelt es sich dabei um die Signale m, n, o und p.

Die Fahrbetriebssteuerelektronik 131 gemäß Fig. 3,

3a bekommt alle Signale a bis r zugeführt.

Die Motorelektronik 10 gemäß Fig. 1 bzw. die Elektronik 101 gemäß Fig. 2 regelt und steuert die Funktion des Antriebsmotors 1 gemäß einem im Programmspeicher 10C bzw. 101C festgelegten Programm abhängig von den ihr zugeführten Meßsignalen. Dabei werden Daten in den Datenspeicher 10B bzw. 101B eingeschrieben bzw. aus diesem abgerufen. Im Fall gemäß Fig. 3, 3a erfolgt die Regelung und Steuerung der Funktion des Antriebsmotors 1 nach einem beispielsweise im Programmspeicher 131C eingeschriebenen Programm durch Berechnungsvorgänge des Mikroprozessors 131A auf der Basis zugeführter Meßsignale. Daten werden beispielsweise in den Datenspeicher 131B eingeschrieben bzw. aus diesem abgerufen. Im Ergebnis ergibt sich in jedem der Fälle eine fahrsituationsspezifisch notwendige Einstellung der Kraftstoffeinspritzmenge durch Ausgabe von Befehlen über die Leitung 15 für eine entsprechende Verstellung des Fördermengenverstellgliedes 5 der Einspritzpumpe 2.

Die Kupplungselektronik 11 gemäß Fig. 1 und 2 regelt und steuert die Funktion der Kupplung 4 nach einem im Programmspeicher 11C festgelegten Programm abhängig von den ihr zugeführten Meßsignalen. Im Fall der Fahrbetriebssteuerelektronik 131 gemäß Fig. 3, 3a erfolgt die Regelung und Steuerung der Funktion der Kupplung 4 nach einem beispielsweise im Programmspeicher 131O eingeschriebenen Programm durch Berechnungsvorgänge des Mikroprozessors 131A auf der Basis zugeführter Meßsignale. Daten werden beispielsweise in den Datenspeicher 131M eingeschrieben bzw. aus diesem abgerufen. Im Ergebnis ergibt sich in jedem der Fälle eine entsprechende Einflußnahme auf die Kupplung 4. Befehle für eine diesbezügliche Betätigung werden über die Leitung 16 an das Betätigungsorgan 6 ausgegeben.

Die Getriebeelektronik 12 gemäß Fig. 1 und 2 regelt und steuert die Funktion des Getriebes 3 nach einem im Programmspeicher 12C festgelegten Programm abhängig von zugeführten Meßsignalen. Im Fall der Fahrbetriebssteuerelektronik 131 gemäß Fig. 3, 3a erfolgt die Regelung und Steuerung der Funktion des Getriebes 3 nach einem beispielsweise im Programmspeicher 131P eingeschriebenen Programm durch Berechnungen mittels des Mikroprozessors 131A auf der Basis zugeführter Meßsignale. Daten werden beispielsweise in den Datenspeicher 131N eingeschrieben bzw. aus diesem abgerufen. Im Ergebnis ergibt sich eine fahrsituationsspezifisch richtige Gangschaltung durch Ausgabe entsprechender Befehle über die Leitung 17 an die Schaltanlage 7 des Getriebes 3.

Sowohl die Fahrbetriebsleitelektronik 13 gemäß Fig. 1 als auch die erweiterte Elektronik 101 gemäß Fig. 2, 2a haben jeweils eine Mehrfachfunktion zu erfüllen. In einer ersten Funktion, die jener der Normalfunktion der Elektroniken 10, 11, 12 übergeordnet ist, greift die Elektronik 13 bzw. 101 regelnd und steuernd in die Funktion der Elektroniken 10, 11, 12 bzw. restlichen Elektronik ein. Dabei wird auf Daten zurückgegriffen, die den einzelnen Elektroniken in ihrer Verknüpfung nicht zur Verfügung stehen. Durch ein im Programmspeicher 13D bzw. 101K abgespeichertes Programm werden dabei auf der Basis dieser besagten Daten Sollwerte errechnet, die über den Datenbus 14 den anderen Elektroniken 10, 11, 12 (Fig. 1) bzw. 11, 12 (Fig. 2) mitgeteilt werden und in diesen die durch dortige Programme berechneten Sollwerte — soweit notwendig bzw. abweichend — korrigieren. Im Fall der Fahrbetriebssteu-

erelektronik 131 gemäß Fig. 3, 3a wird diese Sollwertkorrekturfunktion durch ein beispielsweise im Programmspeicher 131K eingeschriebenes Programm mittels Berechnung durch den Mikroprozessor 131A auf der Basis der besagten Daten erfüllt. Diesbezügliche Daten werden beispielsweise in den Datenspeicher 131L eingeschrieben und können aus diesem wieder abgerufen werden.

Darüber hinaus ist im Fahrbetriebsleitrechner 13 gemäß Fig. 1, 1d ebenso in der erweiterten Elektronik 101 gemäß Fig. 2, 2a und außerdem auch in der Fahrbetriebssteuerelektronik 131 gemäß Fig. 3, 3a wenigstens ein weiteres Programm in einen weiteren oder schon vorhandenen Programmspeicher eingeschrieben, das dazu dient, eine vorausschauende Betriebsweise des Fahrzeugs mit einer der Topographie des Geländes angepaßten Gangschaltung und Motormomentsteuerung zu realisieren, die der Fahrer (31) nach am Betriebsartenwahlschalter 26 vorgewählter Betriebsart durch entsprechende vorausschauende Betätigung des Fahrpedals 20 und/oder Bremspedals 23 und/oder Motorbremsorganes 28 initiiert.

Um die gewünschte Betriebsweise des Fahrzeugs richtig erfassen zu können, muß die Fahrbetriebsleitelektronik 13 (im Fall gemäß Fig. 1) bzw. die erweiterte Elektronik 101 (im Fall gemäß Fig. 2) bzw. die Fahrbetriebssteuerelektronik 131 (im Fall gemäß Fig. 3) folgenden Wissensstand haben:

- a) Wie schwer ist bzw. welche Masse hat das Fahrzeug momentan, soweit vorhanden mit gezogenem Anhänger bzw. Auflieger?
- b) In welchen topographischen Verhältnissen bewege sich das Fahrzeug in einem letzten Zeitabschnitt?
- c) Welches Gelände (Ebene, Steigung, Gefälle) wird aktuell befahren?
- d) Wie ist der Zustand des aktuell befahrenen Geländes, der befahrenen Straße?
- e) Welchen Wunsch hat der Fahrer bezüglich des Fahrverhaltens seines Fahrzeuges?

Dieser Wissensstand wird durch Berechnung per Programm auf der Basis zugeführter Meß- bzw. Zustandsmeldesignale herbeigeführt. Dabei werden aus den zugeführten Meßdaten durch programmäßig gesteuerte Berechnung auch folgende Größen ermittelt, nämlich

- die Beschleunigung des Fahrzeuges — durch Ableitung der Geschwindigkeit (Ausgangsdrehzahl des Getriebes 3 = Signal c) nach der Zeit
- das an der Kurbelwelle des Antriebsmotors 1 im Zugbetrieb abgegebene bzw. im Schubbetrieb aufgenommene Drehmoment — aus der in den Antriebsmotor 1 eingebrachten Kraftstoffmenge (= Signal 1) und der Drehzahl des Antriebsmotors 1 (= Signal a) in Verbindung mit einem im Datenspeicher 13B bzw. 101B bzw. 131B abgelegten Kennfeld des Antriebsmotors 1,
- die auf das Fahrzeug von außen entgegen Fahrtrichtung einwirkenden Fahrwiderstände, wie Steigungen, Gegenwind und dergleichen — aus dem vorher errechneten Motormoment und der vorher berechneten Fahrzeug-Beschleunigung unter Berücksichtigung der Fahrzeugmasse und der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe 3 und Achsantriebsstrang 9,
- die auf das Fahrzeug von außen in Fahrtrichtung

einwirkenden fahrtbeschleunigenden Kräfte, wie Gefälle, Rückenwind und dergleichen — aus dem vorher errechneten Motormoment, der vorberechneten Fahrzeug-Beschleunigung und den durch Motorbremse (= Signal g) und Betriebsbremse (= Signal f) aufgebrachten Bremsmomenten unter Berücksichtigung der Fahrzeugmasse und der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe 3 und Achsantriebsstrang 9,

— die Masse des Fahrzeugs — durch Mittelwertbildung aus mehreren Masse-Berechnungen, nach vorausgegangenem Halt unter der Annahme "Anfahren in Ebene" durchgeführt wird, und zwar auf der Basis des Motormomentes und der Fahrzeug-Beschleunigung unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe 3 und Antriebsstrang 9 (um diese Masse-Mittelwert-Berechnung zu beschleunigen bzw. die Anzahl der hierfür zur Heranziehung erforderlichen Anfahrvorgänge zu reduzieren, kann der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 ein "Startwert" der Masse eingegeben werden. Dieser Massenstartwert kann durch Wiegen des Fahrzeugs oder mittels Sensoren aus der Beladung des Fahrzeugs unter Addition des bekannten Fahrzeug-Leergewichtes ermittelt werden und wird dann in die besagte Mittelwertberechnung einbezogen),

— die Steigung bzw. das Gefälle des Geländes/der Straße vor einem Anhalten — aus den Werten der Zugkraft, der Beschleunigung und der Masse des Fahrzeugs,

— die Bewegungsgeschwindigkeit der Betätigung des Fahrpedals — durch Ableitung der zwischen zwei signalisierten Ruhezuständen (= Signale d) erfolgenden Fahrpedalbewegung nach der Zeit.

Die gewünscht vorausschauende Fahrweise wird dadurch realisiert, daß von der betreffenden Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 zeitlich zurückliegende Meßwerte und hieraus, wie vorstehend beschrieben, berechnete Daten gespeichert werden und auf diese zurückgegriffen wird, wenn vom Fahrer durch Änderung der Fahrpedalstellung mit einer entsprechenden Bewegungsdynamik der Wunsch nach Fahrbetriebsänderung signalisiert wird. Dabei wird davon ausgegangen, daß zumindest ein geübter Fahrer das Fahrpedal intuitiv bewegt und sich durch die Betätigungsgeschwindigkeit, mit der er das Pedal bewegt, die vor ihm in seinem Blickfeld ablaufende Verkehrssituation widerspiegelt. Nachstehend sind verschiedene Beispiele für solche Verkehrssituationen näher erläutert:

Fall 1

Anfahren nach vorhergegangenem Halt

Der Fahrer muß der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 in diesem Fall zunächst zu erkennen geben, ob das Fahrzeug z. B. nach einem Ampelstop normal beschleunigt werden soll, oder ob das Fahrzeug z. B. für Rangieren oder Nachrücken nach einem Stau auf der Fahrstrecke nur verhältnismäßig langsam beschleunigt werden soll. Dieser Betriebswunsch wird von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 aufgrund des Betrages der Fahrpedalverstellung und der Dauer dieser Bewegung erkannt. Ist diese Bewegung entsprechend langsam, wird der Wunsch des Fahrers nach Kriechgangfahrt bzw. Rangieren erkannt und in einen Befehl für Einlegen eines

notwendig kleinen Ganges im Getriebe 3 umgesetzt. Der Ausstieg aus dem Rangier- bzw. Kriechgangbetrieb erfolgt dann, wenn der momentan eingelegte Gang größer oder gleich dem der äußeren Kraft vorberechneten Gang für normales Anfahren ist.

Ist die besagte Fahrpedalbewegung dagegen relativ schnell und weit, wird dies als Wunsch des Fahrers nach normalem Anfahren erkannt und in einen Befehl für Einlegen des für normales Anfahren berechneten Ganges im Getriebe 3 umgesetzt. Für dieses Anfahren wird der vor dem Anhalten berechnete und abgespeicherte Wert der Steigung für die Berechnung der notwendigen Zugkraft abgerufen und von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 der notwendige Anfahrang berechnet sowie ein entsprechender Befehl — im Fall gemäß Fig. 1 und 2 über die Getriebeelektronik 12, im Fall gemäß Fig. 3 direkt — über die Leitung 17 an die Schalteinrichtung 7 des Getriebes 3 ausgegeben und dort das Einlegen des berechneten Ganges veranlaßt. Außerdem bekommt das Betätigungsorgan 6 der Kupplung 4 — im Fall von Fig. 1 und 2 über die Kupplungselektronik 11, im Fall von Fig. 3 direkt — über die Leitung 16 einen Befehl, damit der Anfahrang bei geöffneter Kupplung eingelegt werden kann. Dieses automatische Einlegen des vorberechneten Anfahranges erfolgt aber nur, wenn vom Fahrer der Wunsch "automatischer Fahrbetrieb" durch Betätigen des Schalters D des Betriebsartenwählschalters 26 signalisiert ist. Dieses automatische Einlegen des berechneten Anfahranges unterbleibt, wenn im Betriebsartenwählschalter 26 der Schalter M (für manuelles Schalten) betätigt ist. In diesem Fall wird grundsätzlich der erste Gang eingelegt. Falls danach wieder der Schalter D betätigt wird, bleibt der eingelegte Gang beibehalten, solange, bis aufgrund der nunmehr wieder wirksamen Automatik von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 wieder ein Gangwechsel initiiert wird. Für das Anfahren wird außerdem ein Befehl — im Fall gemäß Fig. 1 über die Motorelektronik, im Fall gemäß Fig. 2 und 3 direkt — über die Leitung 15 an das Fördermengenverstellorgan 5 der Einspritzpumpe 2 ausgegeben und dieses ausgehend von Leerlaufstellung proportional der Stellung des Fahrpedals 20 verstellt, um das gewünschte Motormoment zu bekommen.

Fall 2

Fahrt in der Ebene

Ist das Fahrzeug nach dem Anfahren einmal in Bewegung, wird grundsätzlich zwischen "Wahl des Ganges" und "Ausführung der Schaltung" unterschieden. Die Wahl des Ganges erfolgt aufgrund der Fahrzeug-Beschleunigung, wobei gegebenenfalls auch Gänge übersprungen werden können. Die Beschleunigungswerte sind für alle erdenklichen und möglichen Betriebszustände in der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 vorprogrammiert abgespeichert. Die Ausführung der Schaltung dagegen ist an das Über- oder Unterschreiten von Grenzdrehzahlen gebunden, deren Werte ebenfalls in der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 vorprogrammiert eingespeichert sind. Diese Grenzdrehzahlen können in Abhängigkeit bestimmter Ziele auch variabel vorprogrammiert sein. Beispielsweise kann für den Fall, daß eine verbrauchsoptimierte Fahrweise angestrebt ist, bei Teillast früher geschaltet werden, für welchen Fall die Drehzahlobergrenze niedriger als normal angesetzt ist. Außerdem kann ein begrenztes Überschreiten der Drehzahlobergrenze bei Vollast als zulässig vorpro-

grammiert gespeichert sein, für den Fall, daß das Fahrzeug im höheren Gang nicht mehr beschleunigt werden kann. Die Ausführung einer Schaltung unterbleibt außerdem, wenn die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 erkennt, daß die Geschwindigkeit des Fahrzeuges nach Einlegen des vorberechneten Ganges nicht gehalten werden könnte. Ein neuer Gang (gilt sowohl für Hoch- als auch Herunterschalten) wird demzufolge nur dann eingelegt, wenn nach dessen Einlegen die aktuelle Fahrgeschwindigkeit gehalten werden könnte. Hierzu errechnet die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 aus dem schon bestimmten Wert der Steigung, des Motormomentes und der Übersetzung im Getriebe 3 und Achsantriebsstrang 9 die Beschleunigung, welche sich mit dem nächsten bzw. vorberechneten Gang einstellen würde. Stellt sich heraus, daß die antreibende Kraft in diesem nächsten Gang größer als die aus der Steigung resultierende Kraft ist, dann wird die Schaltung in diesen neuen vorberechneten Gang veranlaßt und ausgeführt. Der durch die Schaltzeit wegen der Lastunterbrechung durch Öffnung der Kupplung 4 auftretende Drehzahlabfall am Antriebsmotor 1 wird rechnerisch berücksichtigt.

Bei gewünschter Fahrweise im Teillastbereich des Antriebsmotors 1 erfolgt die Wahl des richtigen Ganges aufgrund der erfaßten Beschleunigungswerte. Unterschreitet die vorausberechnete Beschleunigung des Fahrzeuges einen vorgegebenen Grenzwert, so wird jener nächstgrößere oder -kleinere Gang gewählt, der den geringsten Kraftstoffverbrauch bewirkt. Die Schaltung in diesen Gang ist aber an folgende Bedingungen gebunden, nämlich:

- vorgegebene Grenzdrehzahlen werden nicht über- oder unterschritten,
- der spezifische Kraftstoffverbrauch ist im vorgeählten Gang kleiner als im aktuellen Gang, und
- nach der Schaltung kann mit der gleichen Motorleistung weitergefahren werden.

Bei gewünschtem Betrieb des Fahrzeugs bei Motor-Vollast erfolgt die Gangwahl beschleunigungsabhängig, ein neuer Gang wird eingelegt, sobald eine der vorgegebenen Drehzahlgrenzen über- bzw. unterschritten ist. Unterschiedliche Beladungszustände werden von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 berücksichtigt. Auch in diesem Fall unterbleibt die Schaltung bzw. es wird kein diesbezüglicher Schaltbefehl ausgegeben, wenn von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 erkannt wird, daß die aktuelle Geschwindigkeit nach Einlegen des vorberechneten Ganges nicht gehalten werden könnte.

Bei Kick-Down-Betätigung des Fahrpedals 20 (= Signal e) wird im wesentlichen eine gleiche Betriebsstrategie verfolgt wie bei Fahren mit Motor-Vollast. Eine Schaltung in einen niedrigeren Gang wird initiiert, wenn innerhalb des zulässigen Drehzahlbereiches ein Punkt mit einer höheren Motorleistung bei auf Maximum ausgelegtem Fördermengenverstellglied 5 der Einspritzpumpe 2 angefahren werden kann.

Fall 3

Das Fahrzeug fährt über eine Geländekuppe, der Fahrer sieht ein sehr leichtes Gefälle vor sich

Der Fahrer will in diesem Fall das Motormoment der veränderten Steigung langsam anpassen und wird deshalb das Fahrpedal langsam auf Null-Stellung zurück-

nehmen. In dieser Fahrsituation soll möglichst keine Schaltung erfolgen, es soll vielmehr der weitere Fahrtverlauf abgewartet werden. Die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 erkennt dies und wird daher eine Schaltung in einen anderen Gang zunächst unterdrücken.

Fall 4

Der Fahrer sieht sich in einiger Entfernung zum Anhalten gezwungen

In diesem Fall wird der Fahrer das Fahrpedal 20 sehr schnell auf Null zurücknehmen. Es soll ein höheres Drehzahlniveau im Antriebsmotor 1 zugelassen und durch dessen Bremswirkung der Abbremsvorgang beschleunigt werden. Die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 erkennt diesen Fahrerwunsch aufgrund der negativ gerichteten Fahrpedal-Bewegungsdynamik und löst eine Zurückführung des Fördermengenverstellorgans 5 der Einspritzpumpe 2 aus, was zur Folge hat, daß dann am Antriebsmotor 1 ein negatives Moment wirksam wird. Außerdem werden Befehle für Schalten in niedrigere Gänge an das Betätigungsorgan 6 der Kupplung 4 und die Schalteinrichtung 7 des Getriebes 3 ausgegeben.

Zur Definition dieses Anhaltewunsches werden von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 aber auch Informationen über die Betätigung des Motorbremsorgans 28 (= Signal g) und des Bremspedales 23 (= Signal f) herangezogen. Von diesen Kriterien ausgehend sind im Schubetrieb des Fahrzeugs bzw. Antriebsmotors folgende Betriebszustände definiert, nämlich

- a) Verzögern — erkannt aus Betätigung von Bremspedal 23,
- b) Rollen — erkannt aus Nichtbetätigung von Motorbremsorgan 28 und Bremspedal 23,
- c) Drosseln — erkannt aus Betätigung des Motorbremsorgans 28.

In jedem dieser drei Meldezustände wird durch die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 abhängig von der Motordrehzahl und der momentan berechneten Verzögerung das Einlegen eines entsprechend kleineren Ganges ausgelöst. Bei diesem Herunterschalten können mehrere, beispielsweise bis zu vier Gänge übersprungen werden. Für jeden dieser drei Meldezustände sind obere und untere Motordrehzahlgrenzen festgelegt. Eine Schaltung in den vorausberechneten Gang wird jedoch dann nicht ausgelöst, wenn der Antriebsmotor 1 im neuen kleineren Gang eine zu große Drehzahl annehmen würde.

Fall 5

Der Fahrer sieht vor sich das Ende einer Gefällestrecke

Der Fahrer will das restliche Gefälle ausnützen, um das Fahrzeug schnell wieder auf die zulässige Höchstgeschwindigkeit zu bringen. Dieser Betriebswunsch wird vom Fahrer durch leichtes Gasgeben mit dem Fahrpedal der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 signalisiert. Letztere setzt dies in Befehle um, durch die in höhere Gänge geschaltet wird und die Weiterfahrt bei einem möglichst niedrigen Drehzahlniveau des Antriebsmotors erfolgen kann.

Der Fahrer sieht vor sich am Ende einer Gefällestrasse eine sofort wieder beginnende Steigung

Der Fahrer will in diesem Fall mit möglichst hohem Motormoment und mit möglichst hoher Motordrehzahl in die Steigung einfahren. Dieser Betriebswunsch wird vom Fahrer am Endbereich der Gefällestrasse durch schnelles Vollgasgeben mit dem Fahrpedal 20 der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 signalisiert. Letztere gibt in diesem Fall Befehle an das Fördermengenverstellorgan 5 der Einspritzpumpe 2, das Betätigungsorgan 6 der Kupplung 4 und die Schalteinrichtung 7 des Getriebes 3 aus, mit denen eine gezielte Schaltung in einen solchen Gang bewirkt wird, der neben dem gewünschten hohen Drehzahlniveau des Antriebsmotors 1 — ohne diesen zu überdrehen — auch noch eine gewisse weitere Beschleunigung des Fahrzeugs zuläßt.

Nachstehend noch einige Hinweise allgemeiner Natur.

Die Realisierung einer der Fahrsituation angepaßten Fahrweise ist besonders beim Befahren großer Steigungen und starker Gefälle von großer Bedeutung, weil durch die lastunterbrechende Schaltung des Getriebes 3, also bei offener Kupplung 4, während der Schaltzeit am Achsantriebsstrang 9 kein Antriebsmoment zur Verfügung steht. Ohne gezielte Einflußnahmen würden Schaltungen in kleinen Gängen zu erheblichen relativen Geschwindigkeitsverlusten (Bergfahrt) bzw. Geschwindigkeitszunahmen (Talfahrt) führen. Durch die Kenntnis der genauen Größe des Wertes der Steigung bzw. des Gefälles, die die Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 durch Berechnung ermittelt, sind mehrere gezielte Einflußnahmen zur Minimierung der Auswirkungen solcher Lastunterbrechungen möglich. Hierzu sind nachstehend verschiedene Erläuterungen gegeben, vorab mit folgendem Hinweis: Alle nachfolgenden Aussagen über Bergauffahrten und Geschwindigkeitsverluste während dabei erfolgreicher Schaltungen gelten — soweit sinnvoll — analog auch für Bergabfahrten (Talfahrten) und Geschwindigkeitszunahmen während dabei erfolgreicher Schaltungen.

Durch die Berechnung des Geschwindigkeitsverlustes während der Dauer einer Schaltung (bei Bergauffahrt) wird frühestmöglich auf Befehl der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 in den erforderlich kleineren Gang geschaltet. Dadurch wird im neuen Gang planmäßig ein Abfallen in zu niedrige Motordrehzahlen verhindert, was unter Umständen in Grenzbereichen zum Wiedereinschalten in den alten Gang führen könnte. Vorab wird von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 aber durch Berechnung geprüft, ob durch die vorzunehmende Schaltung überhaupt ein Drehzahlgewinn möglich ist, oder ob der durch die vorzunehmende Schaltung erzielbare Drehzahlgewinn durch einen Geschwindigkeitsverlust wieder aufgezehrt würde.

Der größte Gang, in dem bei Bergauffahrt die Geschwindigkeit noch gehalten werden kann, ergibt sich aufgrund der berechneten Größe der Steigung. Dadurch wird nach Einfahren in die Steigung während des Befahrens derselben ganz gezielt in diesen berechneten Gang heruntergeschaltet. Außerdem wird von der Elektronik 13 bzw. 101 bzw. 131 vor Ausführung einer Schaltung in einen neuen Gang die mit letzterem mögliche Beschleunigung berechnet. Hierdurch werden an Steigungen Schaltungen in Gänge, die keine Fahrzeugbeschleunigung ermöglichen, minimiert.

1. Elektronisches Betriebssteuersystem für einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang, der einen Antriebsmotor (1), eine automatisiert schaltbare, lastunterbrechende Kupplung (4) und ein automatisiert schaltbares Getriebe (3) mit ausgangseitig angeschlossenem Achsantriebsstrang (9) aufweist, mit wenigstens einer Elektronik, die einen Mikroprozessor, Ein- und Ausgabeperipherie sowie Programm- und Datenspeicher umfaßt und auf der Basis signalisierter Meß- und Betriebswerte, darunter auch ein die Stellung des Fahrpedals erfassender Meßwert, per Programm folgende Betriebszustandsgrößen ermittelt:

- die Beschleunigung des Fahrzeugs,
- die Masse des Fahrzeugs,
- das vom Antriebsmotor im Zugbetrieb abgegebene oder im Schubetrieb aufgenommene Drehmoment,
- die Größe der befahrenen Steigung oder des befahrenen Gefälles,
- die auf das Fahrzeug von außen entgegen und in Fahrtrichtung einwirkenden Kräfte,

um daraus auf den Fahrbetriebszustand sowie auf die Topographie und den Zustand des aktuell befahrenen Geländes zu schließen, wobei die Betriebszustandsgrößen mit vorgegebenen Daten und/oder Kennfeldern verglichen werden und unter Berücksichtigung einer etwaigen Betätigung von Bremspedal (23) und Motorbremsorgan (28) entsprechende Befehle an das Fördermengenverstellorgan (5) der Einspritzpumpe (2), das Betätigungsorgan (6) der Kupplung (4) und die Schalteinrichtung (17) des Getriebes (3) ausgegeben werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronik (13, 101, 131) aufgrund der ihr zugeführten Meß- und Betriebswerte außer den genannten Betriebszustandsgrößen auch die Bewegungsgeschwindigkeit der Betätigung des Fahrpedals (20) berechnet, um aus den insgesamt zur Verfügung stehenden Werten und aus dem erkannten Fahrbetriebszustand des Fahrzeugs in Verbindung mit der Größe und Dynamik der Fahrpedal-Betätigung den Willen des Fahrers nach einer bestimmten, fahrsituationsspezifisch angepaßten zukünftigen Fahrweise zu interpretieren und in Befehle umzusetzen, durch die

- der Antriebsmotor (1) zur Bereitstellung eines bestimmten Drehmomentes in einem bestimmten Drehzahlbereich,
- das Getriebe (3) zum Einlegen oder Halten eines bestimmten Ganges, und
- die Kupplung (45) zum gezielten Öffnen und Schließen zwecks Ausführung einer initiierten Gangschaltung

veranlaßt werden, wobei von der Elektronik (13, 101, 131) nach einem vorausgegangenen Halt des Fahrzeugs der Wunsch des Fahrers für

- a) Anfahren mit normaler Beschleunigung aus einem relativ schnellen und weiten Betätigen des Fahrpedals (20), und
- b) Anfahren zum Rangieren oder Aufrücken oder Kriechgangfahrt aus einem relativ langsamen Betätigen des Fahrpedals (20)

interpretiert wird und im Fall a) durch Ausgabe eines Befehles für Einlegen des vor Anhalten für solches Anfahren berechneten Ganges, im Fall b) dagegen durch Ausgabe eines Befehles für Einle-

gen eines notwendig kleineren Ganges umgesetzt wird.

2. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) die aktuelle Beschleunigung des Fahrzeugs durch Ableitung der gemessenen Ausgangsdrehzahl des Getriebes (3) oder der Fahrgeschwindigkeit nach der Zeit berechnet wird.

3. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) das an der Kurbelwelle des Antriebsmotors (1) im Zugbetrieb abgegebene oder im Schubbetrieb aufgenommene Drehmoment aus der in den Antriebsmotor (1) eingespeisten Kraftstoffmenge — repräsentiert durch ein die Iststellung des Fördermengenverstellorgans (5) der Einspritzpumpe (2) erfassendes Signal — und der Drehzahl des Antriebsmotors (1) in Verbindung mit einem in einem Datenspeicher (13B, 101B, 131B) abgespeicherten Kennfeld des Antriebsmotors (1) berechnet wird.

4. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) die auf das Fahrzeug während der Fahrt von außen entgegen Fahrtrichtung einwirkenden Kräfte aus den vorberechneten Werten des Motordrehmomentes und der Beschleunigung des Fahrzeugs unter Berücksichtigung der Masse des Fahrzeugs und der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe (3) und im Achsantriebsstrang (9) berechnet werden.

5. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) die auf das Fahrzeug von außen in Fahrtrichtung einwirkenden Kräfte aus den vorberechneten Werten des Motordrehmomentes und der Beschleunigung des Fahrzeugs sowie aus den durch Betätigung von Motorbremse (19, 88) und Betriebsbremse (23) aufgebrachten Bremsmomenten unter Berücksichtigung der Masse des Fahrzeugs und der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe (3) und im Achsantriebsstrang (9) berechnet werden.

6. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) die Masse des Fahrzeugs in der Weise berechnet wird, daß ein Mittelwert aus mehreren Masse-Berechnungen gebildet wird, von denen jede bei einem Anfahrvorgang nach vorausgegangenem Halt unter der Annahme "Anfahren in Ebene" auf der Basis des abgegebenen Motordrehmomentes und der Beschleunigung des Fahrzeuges unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse im Getriebe (3) und im Achsantriebsstrang (9) durchgeführt und der Ergebniswert abgespeichert wird.

7. Betriebssteuersystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beschleunigung der Mittelwert-Berechnung der Masse des Fahrzeugs und/oder zur Reduzierung der Anzahl der hierzu herangezogenen Anfahr-Vorgänge, der Elektronik (13, 101, 131) ein "Startwert" der Masse eingebbar ist, der durch Wiegen des Fahrzeugs oder aus dem Leergewicht des Fahrzeugs unter Addition des von Sensoren erfaßten Gewichtes der Ladung bzw. Zuladung ermittelbar ist und in die Masse-Mittelwert-berechnung einbezogen wird.

8. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) die Größe einer Steigung oder eines Gefälles, wie sie unmittelbar vor einem Anhalten des Fahrzeuges gegeben ist, aus den Werten der Zugkraft,

der Beschleunigung und der Masse berechnet und abgespeichert und zur Wahl eines optimalen Anfahranges genutzt wird.

9. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsgeschwindigkeit der Betätigung des Fahrpedals (20) von der Elektronik (13, 101, 131) durch Ableitung der zwischen zwei signalisierten Ruhelagen erfolgenden Pedalbewegung nach der Zeit ermittelt wird.

10. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) der Ausstieg aus dem Rangier- oder Kriechgangbetrieb des Fahrzeugs dann durch Ausgabe eines Befehls für das Einlegen eines höheren Ganges initiiert wird, wenn der momentane Gang größer oder gleich dem aus der äußeren Kraft vorberechneten Anfahrang für normales Anfahren ist.

11. Betriebssteuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn das Fahrzeug nach dem Anfahren in Bewegung ist, von der Elektronik (13, 101, 131) grundsätzlich zwischen "Wahl des Ganges" und "Ausführung der Schaltung" unterschieden wird, wobei die Wahl des Ganges aufgrund der Beschleunigung des Fahrzeuges erfolgt und dabei, sofern möglich, auch Gänge übersprungen werden können, wogegen die Ausführung der Schaltung an das Über- oder Unterschreiten von Grenzdrehzahlen gebunden ist, wofür Fahrzeug-Beschleunigungs-Grenzwerte und Grenzdrehzahlen für alle möglichen Betriebszustände in der Elektronik (13, 101, 131) vorprogrammiert abgespeichert sind.

12. Betriebssteuersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzdrehzahlen in Abhängigkeit bestimmter Ziele, wie verbrauchsoptimiertes oder leistungsorientiertes Fahren, variabel in der Elektronik (13, 101, 131) einprogrammiert abgespeichert sind.

13. Betriebssteuersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) ein begrenztes Überschreiten der Grenzdrehzahl mit dem eingelegten Gang bei Vollast des Antriebsmotors (1) für den Fall zugelassen wird, daß das Fahrzeug im vorausberechneten nächsten Gang nicht mehr beschleunigt werden könnte.

14. Betriebssteuersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik (13, 101, 131) ein Befehl für Schaltung in den vorberechneten Gang dann ausgegeben wird, wenn sie erkennt, daß die Geschwindigkeit nach Einlegen des vorberechneten Ganges gehalten werden könnte.

15. Betriebssteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Elektronik (13, 101, 131) für das Befahren von Gelände- oder Straßenabschnitten mit bestimmten topographischen Verhältnissen eine Anzahl verschiedener Schalt- und Motorbetriebs-Strategien eingespeichert sind, von denen jede abrufbar ist durch Verknüpfen der Verhältnisse der vorher befahrenen Topographie mit der vom Fahrer fahrsituationsspezifisch angepaßten Betätigung des Fahrpedals (20).

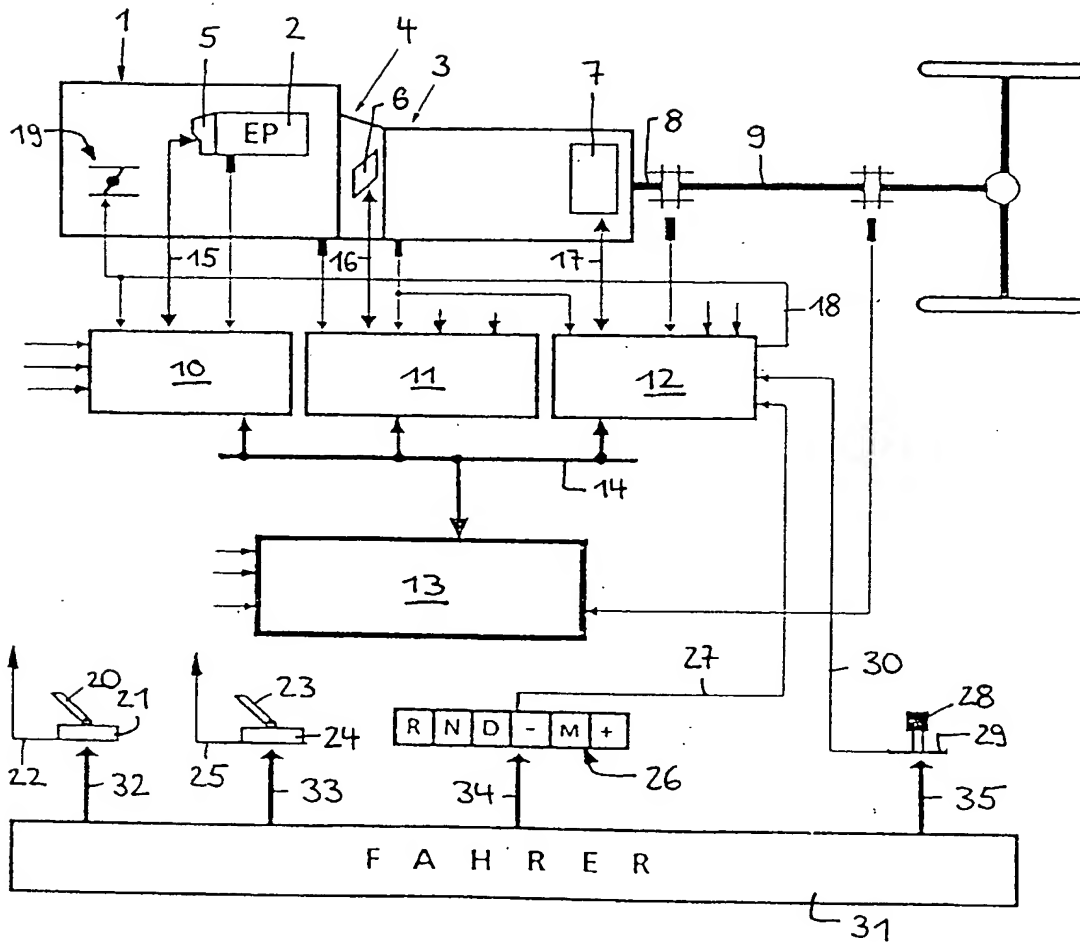


Fig. 1

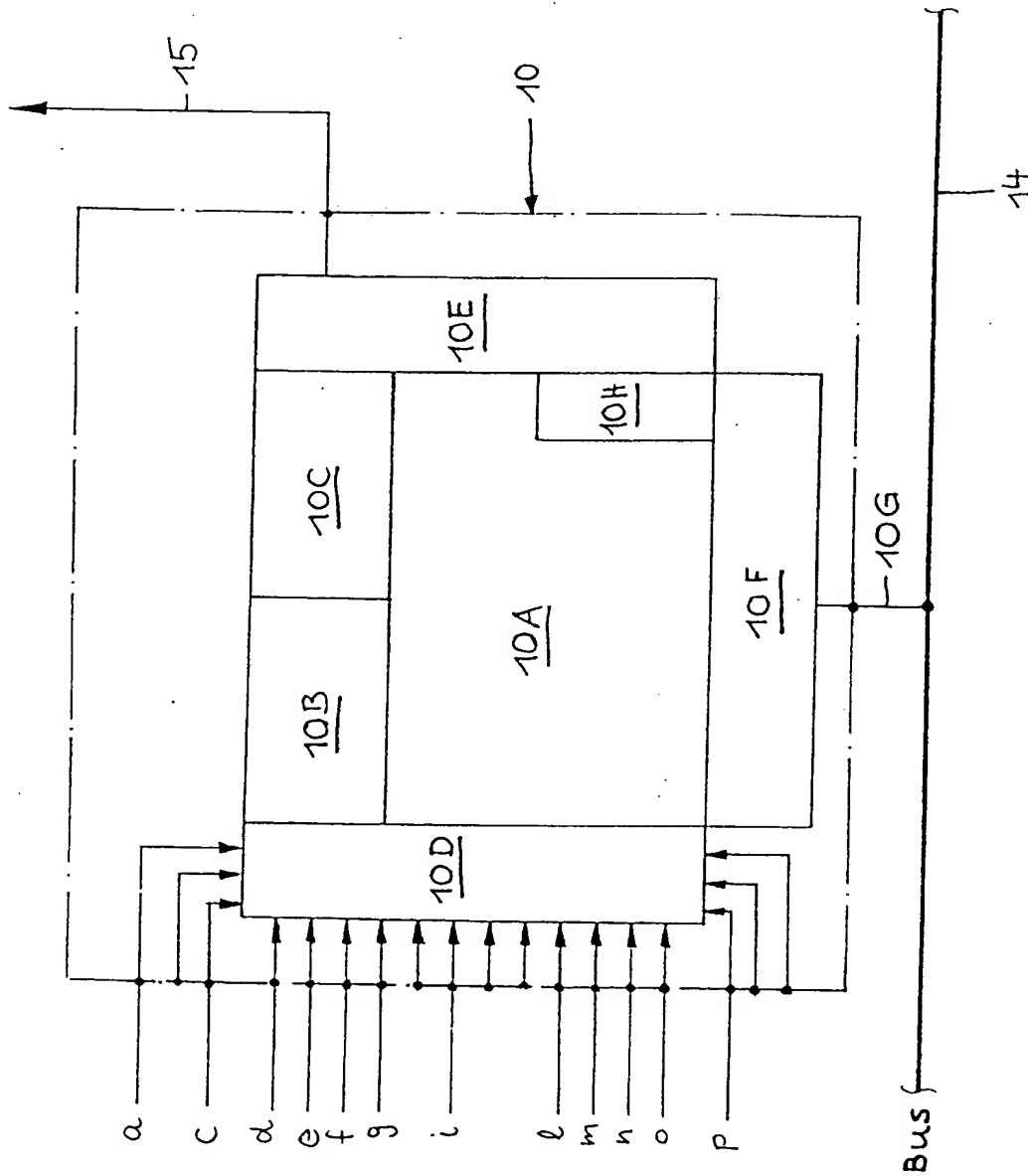
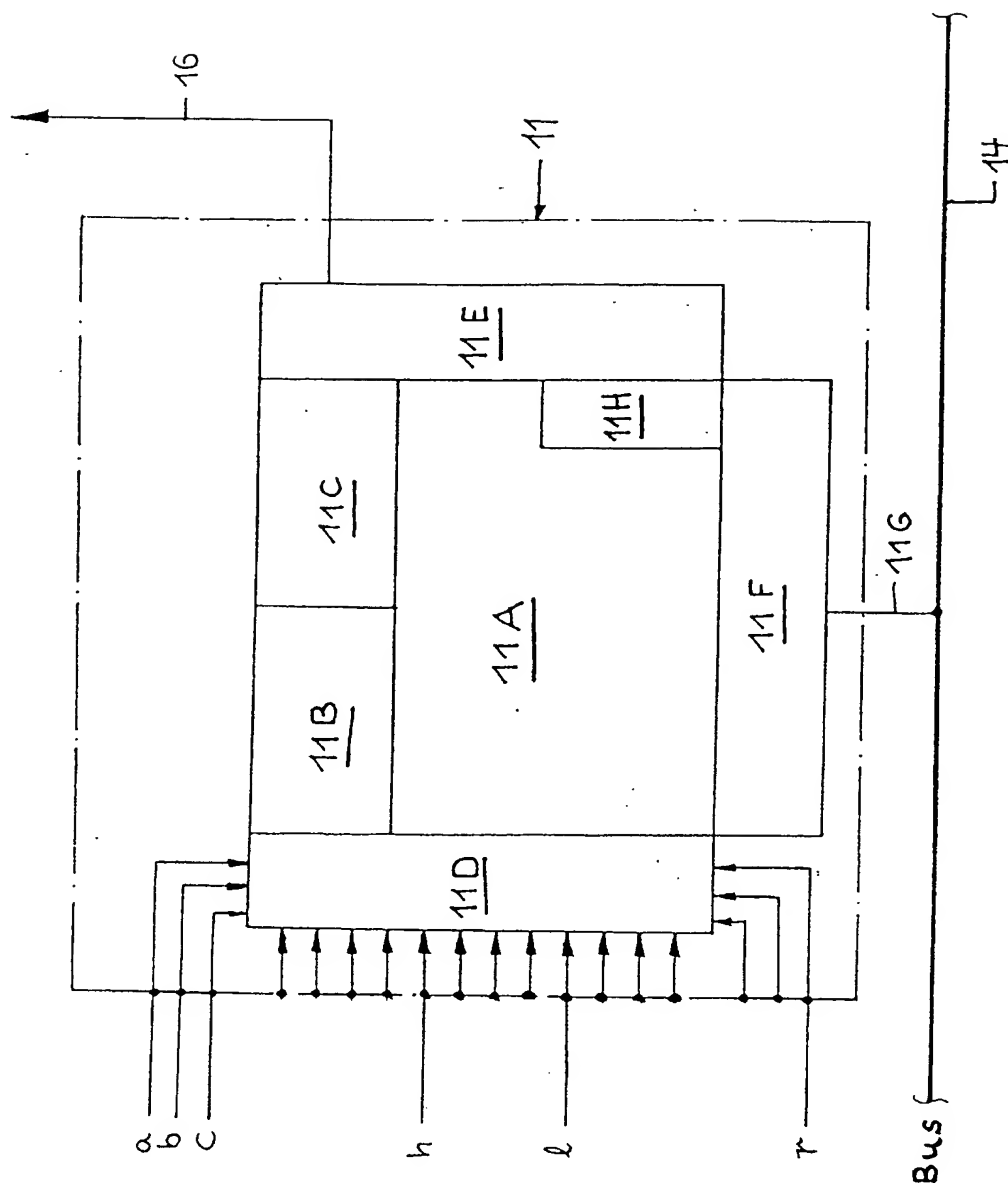


Fig. 1a



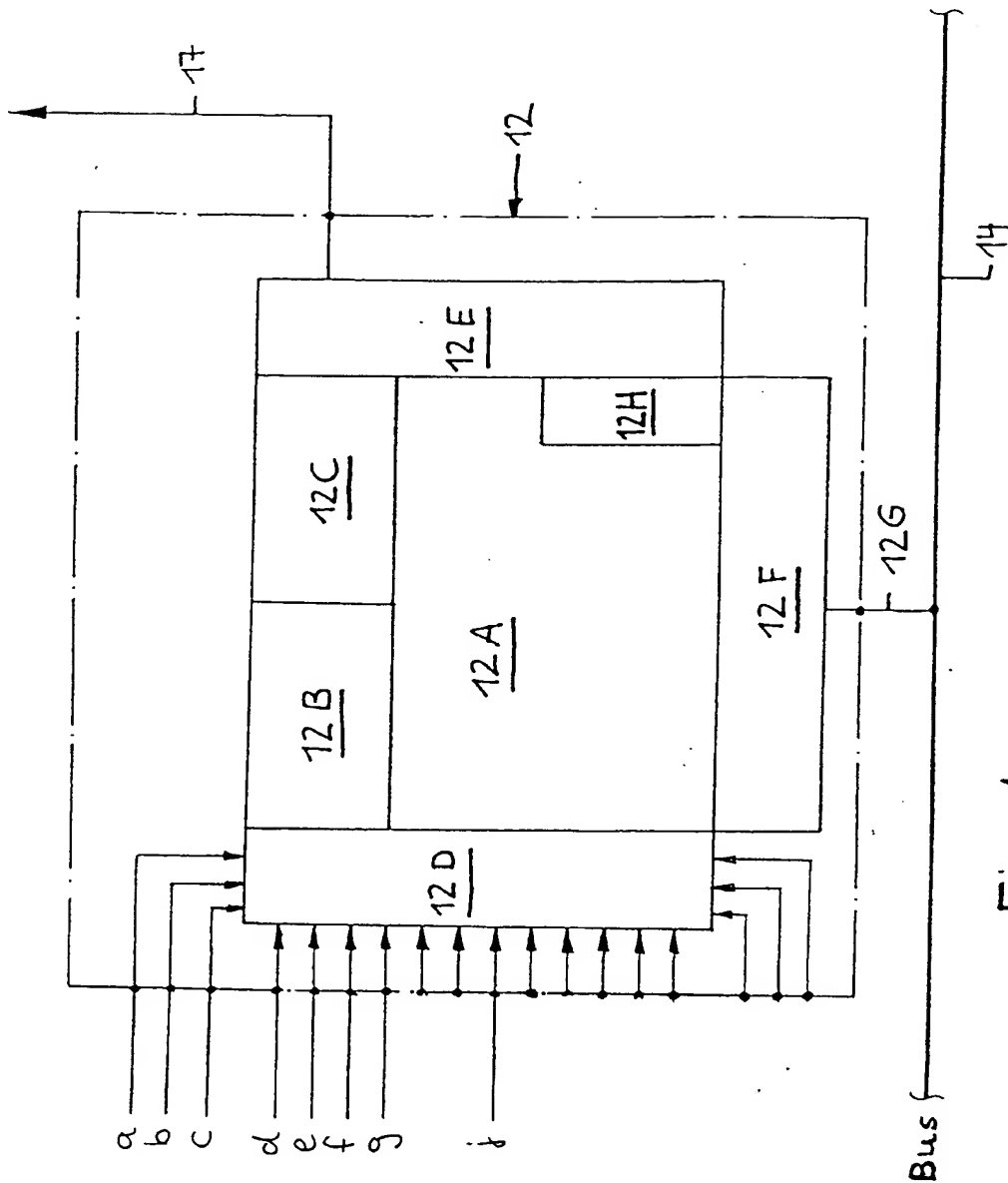


Fig. 1c

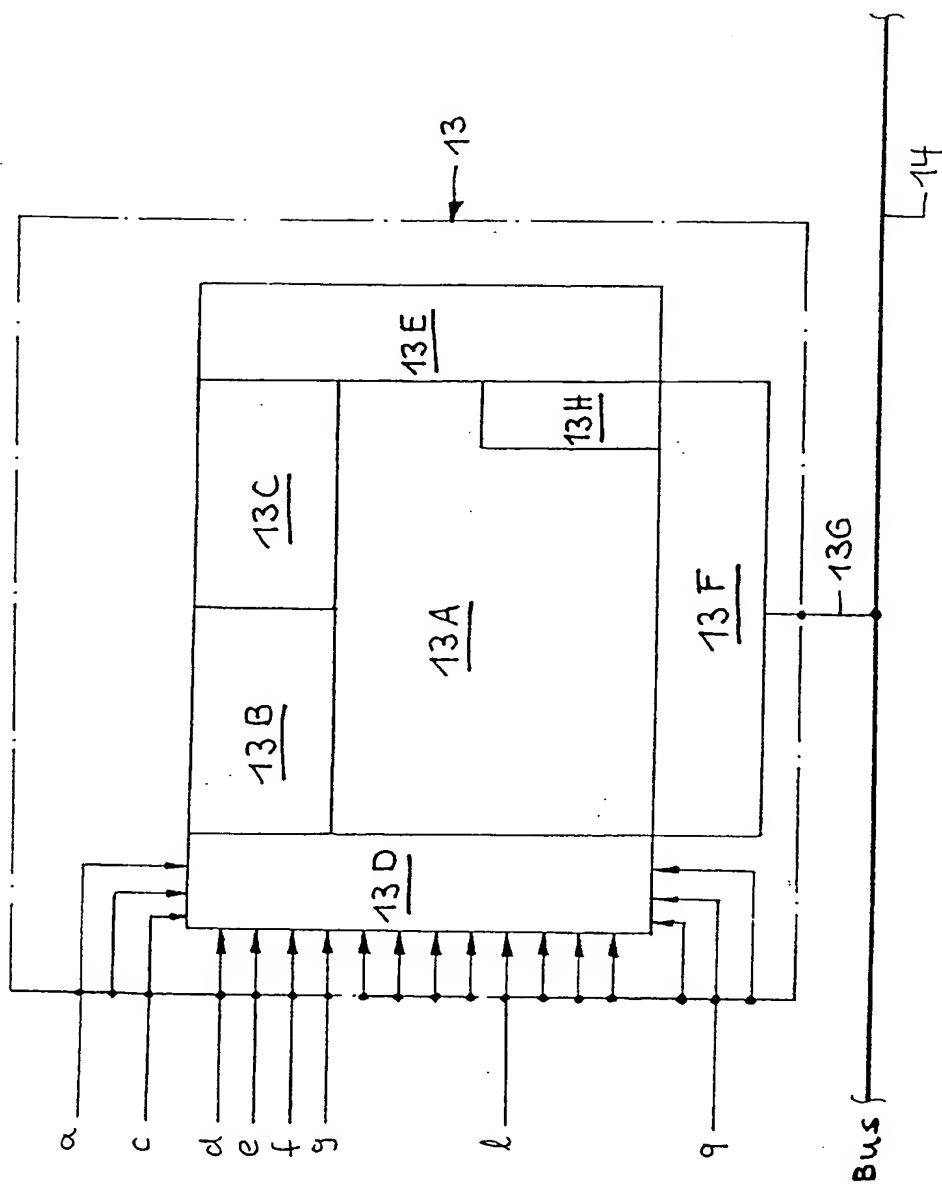


Fig. 1d

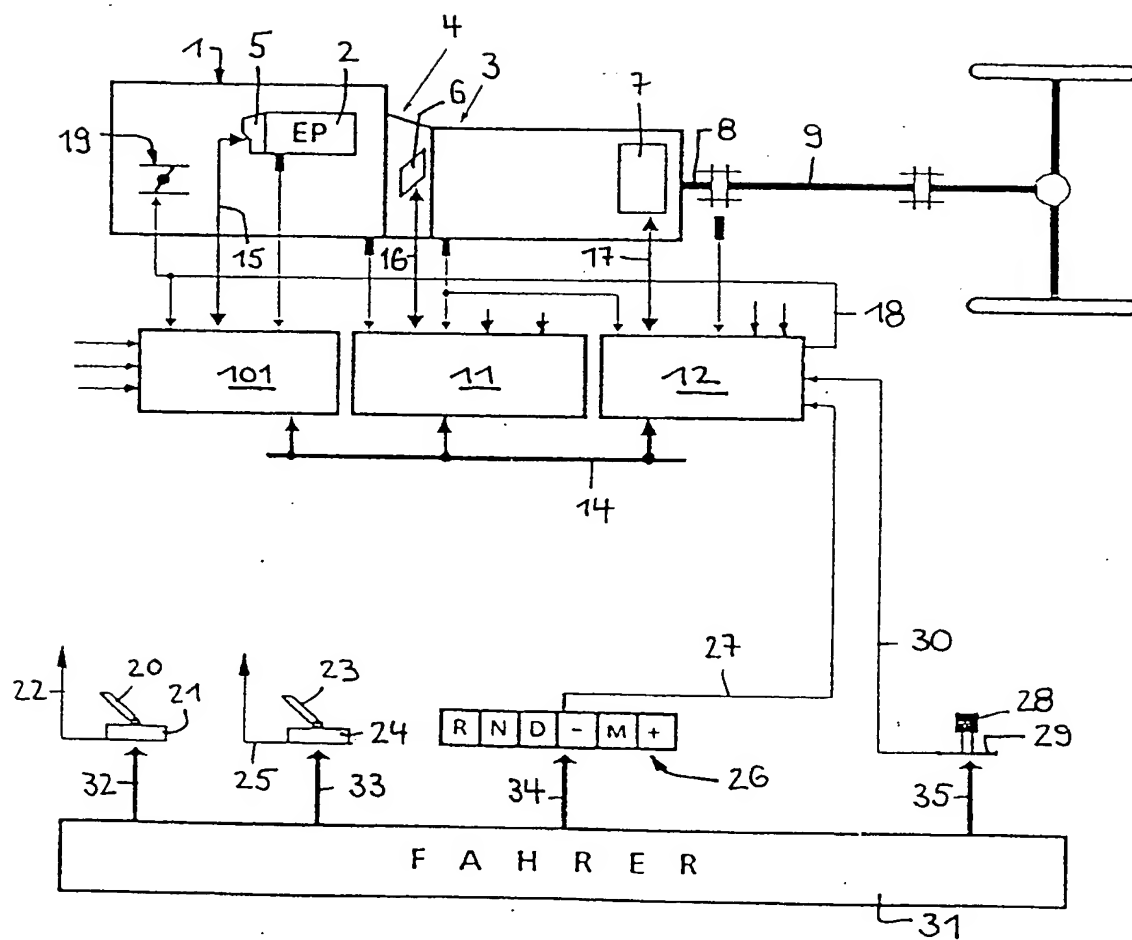


Fig. 2

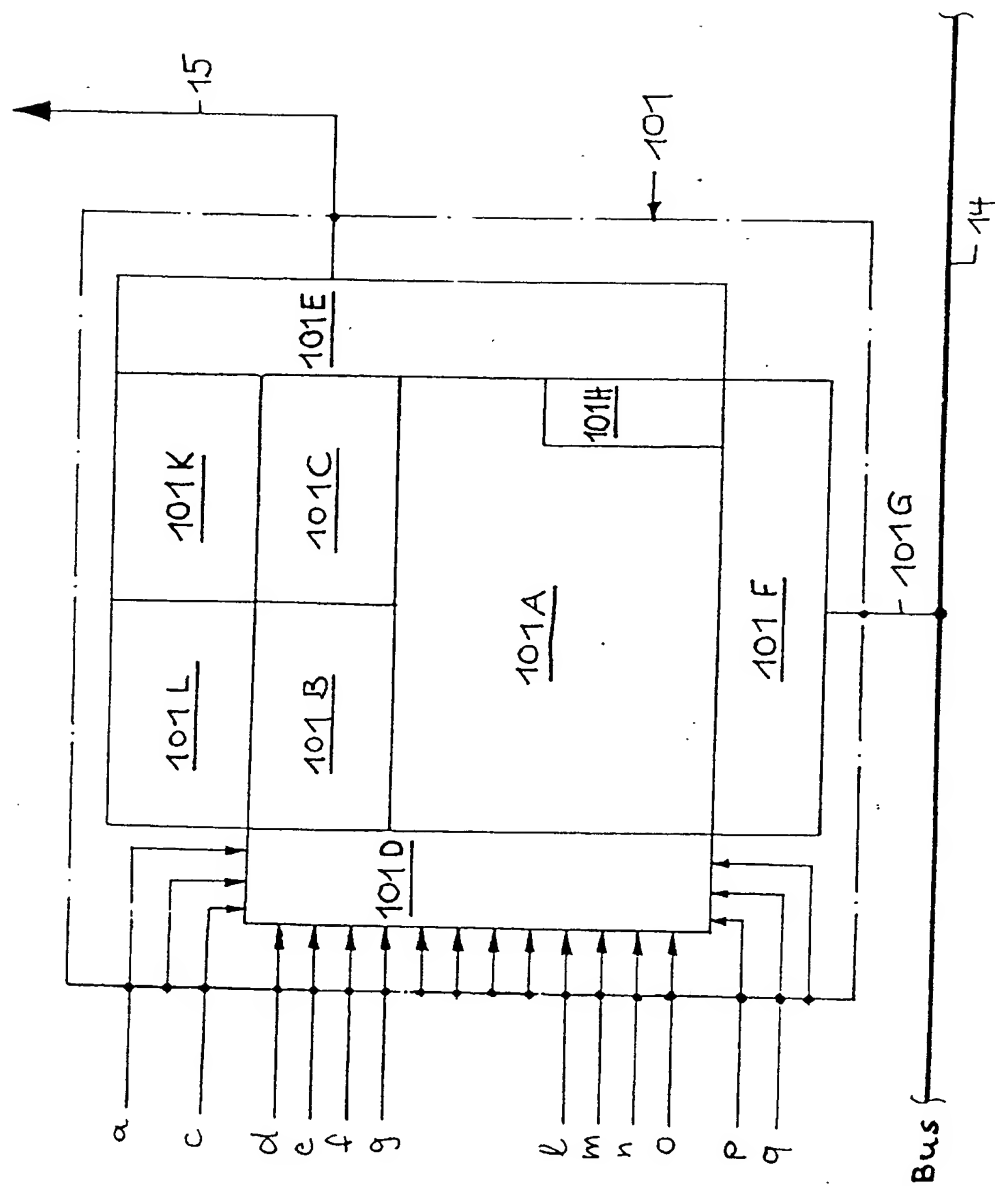


Fig. 2a

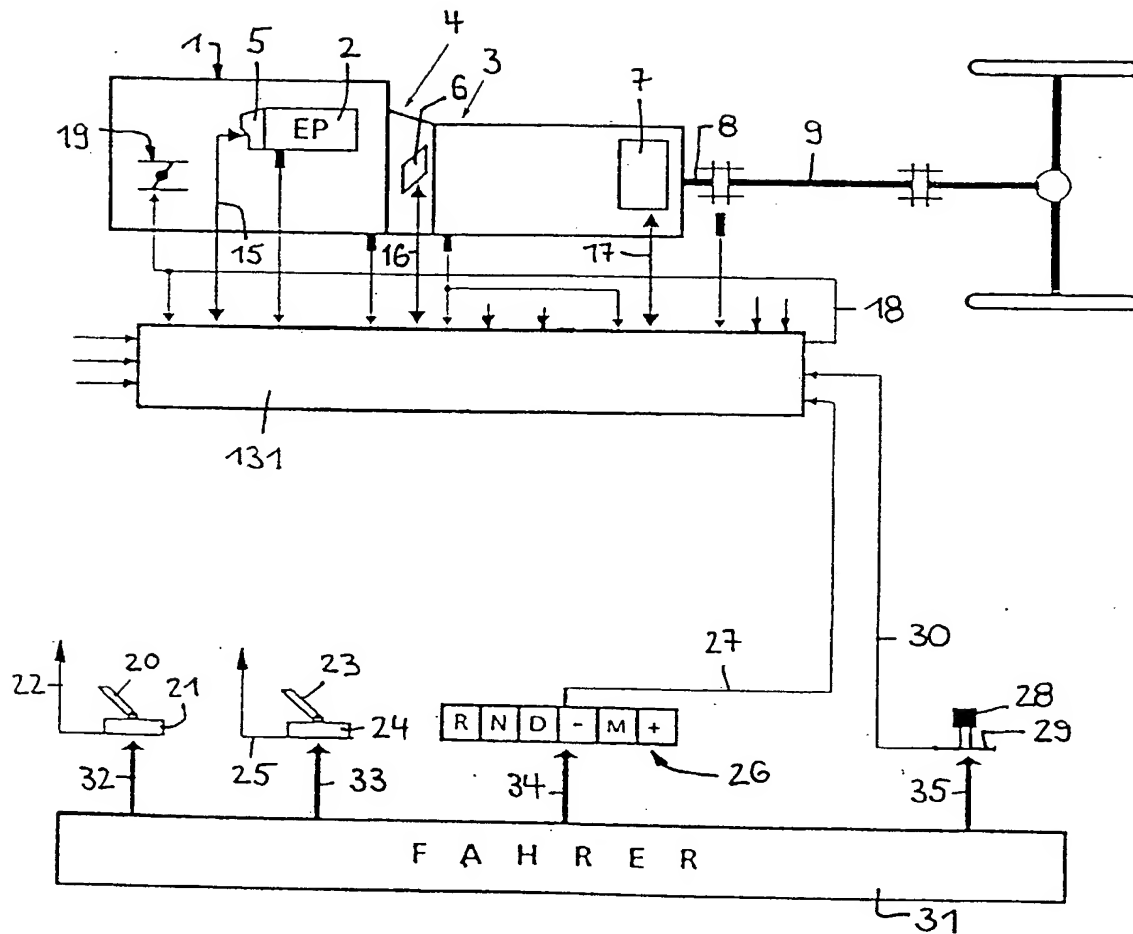


Fig. 3

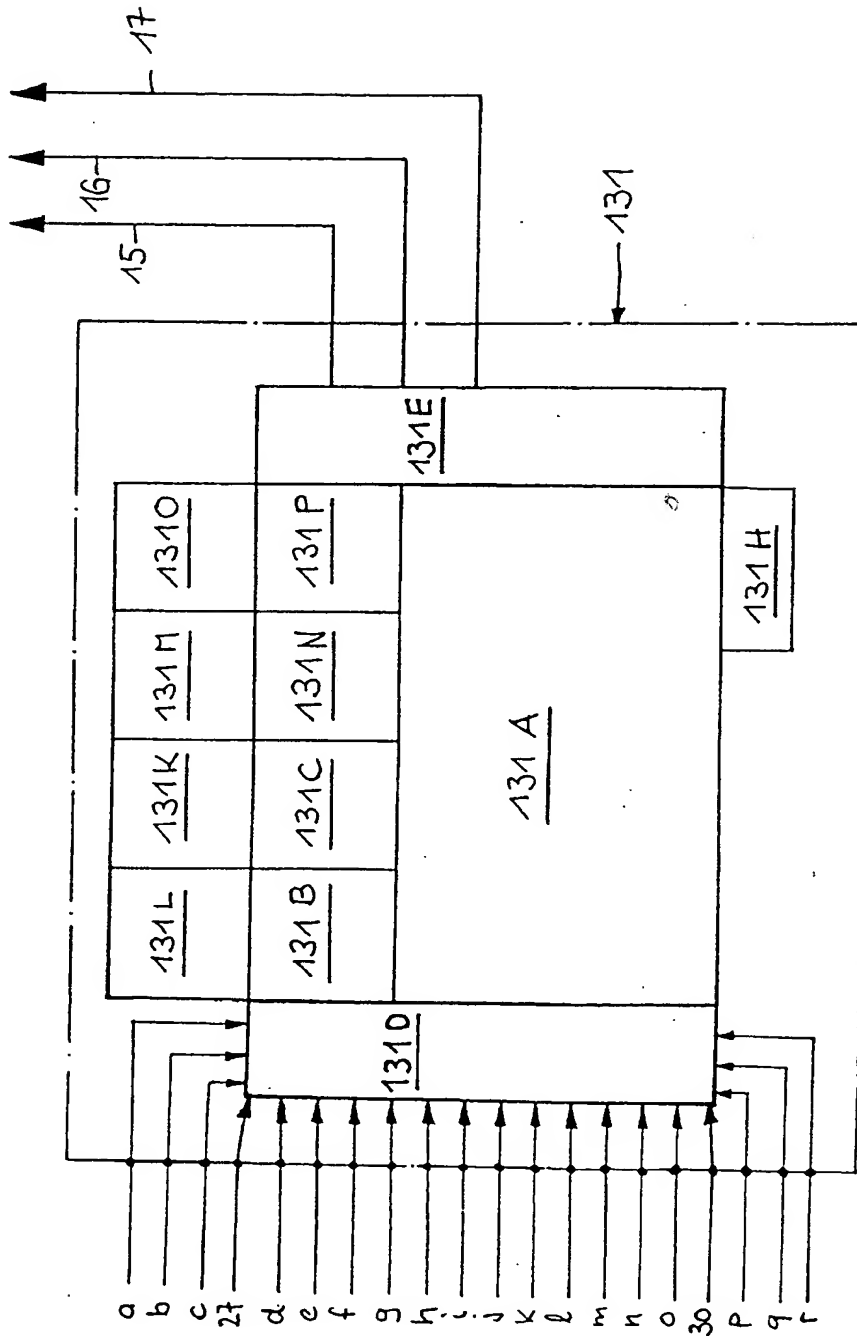


Fig. 3a